



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Maria Helen Timmi

**ENTOMOPATOGEENSE INSEKTITSIIDI MÕJU
MEEMESILASTELE *Apis mellifera* L.**

**THE EFFECT OF ENTOMOPATHOGENIC INSECTICIDE ON
HONEY BEES *Apis mellifera* L.**

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendajad: professor Marika Mänd

teadur Reet Karise, PhD

Tartu 2018

Lühikokkuvõte

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Maria Helen Timmi		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Entomopatogeense insektitsiidi mõju meemesilastele <i>Apis mellifera</i> L.			
Lehekülgi: 39	Jooniseid: 4	Tabeleid: 2	Lisasid: 1
Osakond: Põllumajandus- ja keskkonnainstituut Uurimisvaldkond: B390 Juhendaja(d): professor Marika Mänd teadur Reet Karise, PhD Kaitsmiskoht ja aasta: 2018 Eesti Maaülikool, Tartu			
<p>Kokkuvõte: Meemesilased mängivad maailma ökosüsteemis üsnagi olulist rolli. Nõudlus meemesilaste pakutava tolmeldamise järgi on Euroopas 2005-2010 aastatel kasvanud 4,9 korda kiiremini kui meemesilaste arvukus ise. Sünteetilistele insektitsiididele alternatiivseks ja keskkonda vähem mõjutavaks vahendiks on bioinsektitsiidid. Töö eesmärgiks on uurida kas entomopatogeenset seent <i>Beauveria bassiana</i> sisaldav preparaat BotaniGard 22 WP mõjutab meemesilasi, kui need puutuvad kokku töödeldud pinnaga laboris või pritsitud õitega põllul. Katses kasutati vees lahustuvat mükoinsektitsiidi BotaniGard 22. Kulunormiga 5 g 10 l⁻¹ vee kohta. Segu pritsiti põllule arvestusega 200 l ha-l. Mõlema katse tulemusel meemesilaste suremusel statistiliselt olulist erinevust ei olnud ning töötluse mõju ühelgi päeval ei ilmnunud. Sarnaste katsete tulemused on olnud väga erinevad. Mõned katsed on näidanud meemesilaste suurt suremust, mis võib olla tingitud kõrgemast doosist. Kuid on ka tulemused, mis näitavad et entomopatogeensed preparaadid ei mõjuta meemesilaste suremust. Kuna erinevad uurimistööd on andnud vastukäivaid tulemusi, siis tuleks iga uue pestitsiidi kasutusele võtmisel kindlasti läbi viia ka testid kontrollimaks nende mõju kasulikele putukatele.</p>			
Märksõnad: meemesilane, suviraps, bioloogiline taimekaitse			

Abstract

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor Thesis	
Author: Maria Helen Timmi		Specialty: Production and marketing of agricultural products	
Title: The effect of entomopathogenic insecticide on honey bees <i>Apis mellifera</i> L.			
Pages: 39	Figures: 4	Tables: 2	Appendixes: 1
Department: Agriculture and Environmental Institute, Chair of Plant Health Field of research: B390 Supervisors: professor Marika Mänd, researcher Reet Karise, PhD Place and date: Estonian University of Life Sciences , Tartu 2018			
<p>Abstract: Honey bees play a very important role in ecosystems. The demand for pollination provided by honey bees has increased 4,9 times faster than the numbers of honey bees themselves in Europe in 2005-2010. Bioinsecticides are an alternative and more environmentally friendly tool instead of synthetic insecticides. The aim of the thesis is to investigate whether BotaniGard 22 WP, which contains the entomopathogenic fungus <i>Beauveria bassiana</i>, affects honey bees when they come into contact with a treated surface in laboratory or sprayed flowers of oilseed rape in the field. Water-soluble mycoinsecticide BotaniGard 22 WP was used in the experiment with a spraying rate of 5g per 10 l⁻¹ water. The mixture was sprayed onto the field at a rate of 200 litres per hectare. As a result of both experiments, there was no statistically significant difference in the mortality rate of honey bees and the effect of the treatment did not appear in none of observation days. The results of other similar experiments have been very different. Some tests have shown a high mortality rate among honey bees, which may be due to higher doses. But there are also results that indicate that entomopathogenic preparations do not affect honey bee mortality. Since various researches have given contradictory results, it should be ensured that every new pesticide formulation is used to test their effects on beneficial insects.</p>			
Keywords: Honey bee (<i>Apis mellifera</i> L.); oilseed rape (<i>Brassica Napus</i> L.); Biological control			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1. Pestitsiidide mõju meemesilastele	7
1.1.1 Meemesilased - <i>Apis mellifera</i> L.	8
1.1.2 Meemesilaste korjekäitumine	9
1.2 Raps	10
1.2.1. Rapsi kasvupinnad Eestis.....	11
1.3. Taimekaitse ja selle mõju vähendamise võimalused	13
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	17
2.1 Aeg ja koht	17
2.2 Ilmastik	17
2.3 Preparaat BotaniGard 22 WP ja töötlused.....	18
2.4 Preparaadi mõju hindamine	20
2.5 Andmeanalüüs	20
3.TULEMUSED	21
ARUTELU	24
KOKKUVÕTE	26
KASUTATUD KIRJANDUS	28
LISAD	38
Lisa 1	39

SISSEJUHATUS

Enam kui 70% maailma põllukultuuridest tolmeldavad putukad (Kearns 1998). Meemesilased *Apis mellifera* L. on taimede olulised tolmeldajad (Ellis *et al.* 2014). Tolmeldades annavad meemesilased panuse maailma toiduga kindlustamisse (Ellis *et al.* 2014; Breeze *et al.* 2014). Meemesilased koos teiste tolmeldajatega on majanduslikult väga tähtsad. Tolmeldajate koguhulga vähenemisel võib maailma tabada toidukriis (Breeze *et al.* 2014).

Põllumajanduses kasutatakse väga palju keemilist tõrjet e. sünteetilisi taimekaitsevahendeid, et tõrjuda kahjureid, taimehaiguseid ja umbrohtusid (Bon 2014). Pestitsiidid on küll loodud hea eesmärgiga, kuid kahjustavad keskkonda, inimesi ja loomi (Stanek 2004). Väga kaua aega on püsinud probleemid pestitsiidide kasutamisega ja teadlikkus nende kahjulikust mõjust tolmeldajatele on järjest kasvanud (Carreck 2008). Kusjuures ikka veel pööratakse liiga vähe tähelepanu bioloogilistele kahjuritõrjevahenditele. Üldiselt eeldatakse, et integreeritud taimekaitse peamised meetodid (sordivalik, viljavaheldus, agrotehnika jne) ja bioloogiline taimekaitse on keemilisest taimekaitsest ohutumad meemesilastele, kimalastele ja teistele

Paraku eelsitatakse turul odavamaid ja efektiivsemaid preparaate. Arvatakse, et biopreparaadid on vähem tõhusamad (Crampton 2017) aga samas kulukamad (Sola 2014). Arvatakse ka, et võrreldes tugevatoimeliste sünteetiliste taimekaitsevahenditega, kulub biopreparaatide mõjumiseks enam aega, mil kahjur võib põllul tekitada juba saagikadu.

Bioloogilises kahjuritõrjes olulisemad kasutatavad mikroorganismid on seened, baktreid ja viirused. Üheks võimaluseks taimekahjureid tõrjuda on bioinsektitsiidid, entomopatogeensed preparaadid, mille hulgas enamlevinud *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv., Vuill.) (Luik 2007). Analoomiliselt sünteetilisestega võivad bioloogiliste vahendite kõrvalmõjud olla väga mitmekesised. On leitud, et bioloogilised vahendid võivad lühendada kimalaste eluiga, näiteks selle läbi, et materjaliga kokku puutunud isenditel võib veekadu organismis oluliselt tõusta

(Karise *et al.* 2016). Kuid samas on leitud ka bioloogiliste preparaatide kasulikust mõjust meemesilasperedele nende haigustekitajate vähendamiseks (Meikel *et al.* 2007).

On tõestatud, et entomopatogeenne seen *B. bassiana* on potentsiaalne bioloogiline tõrjevahend paljude põllumajanduslike kahjurite vastu. Mitmete uurimistööde tulemuste põhjal on *B. bassiana* tolmeldajatele ohutum sünteetilistest taimekaitsevahenditest ja muudele kasulikele organismidele (Kevan *et al.* 2003; Almazaawi 2007; Kapongo *et al.* 2008; Meikle *et al.* 2008). Kuid on ka leitud, et entomopatogeensed preparaadid võivad olla ohtlikud kasuritele (Goettel *et al.* 1990; Soni *et al.* 2015; Vandenberg 1990; Potrich 2018).

Biopreparaate (fungitsiidid, herbitsiidid ja insektitsiidid) on olemas nii avamaale kui ka kasvuhoonetesse. Hoolimata sellest, et maailmas on väga palju erinevaid bioloogilisi taimekaitsevahendeid, on Euroopas neid registreeritud vähe. Eestis ei ole ühtki entomopatogeense toimega mikrobioloogilist preparaati kasutamiseks registreeritud (Põllumajandusamet 2018). Uute preparaatide kasutusele võtmiseks tuleb neid eelnevalt testida nii tõhususe (Usta 2013) kui ka keskkonna ohutuse seisukohalt.

Käesoleva töö põhieesmärk on uurida kas entomopatogeenset seent *Beauveria bassiana* sisaldav preparaat BotaniGard 22 WP mõjutab meemesilasi, kui need puutuvad kokku töödeldud pinnaga laboris või pritsitud õitega põllul.

Hüpotees: Preparaadis BotaniGard 22 WP olev *Beauveria bassiana* ei tõsta meemesilaste suremust.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Pestitsiidide mõju meemesilastele

Hinnanguliselt umbes 85% maailma põllukultuuridest tolmeldatakse putukate poolt (Williams 1994). Meemesilased mängivad maailma ökosüsteemis tolmeldajatena olulist rolli. Nõudlus tolmeldamise järgi on Euroopas 2005-2010 aastatel kasvanud 4,9 korda kiiremini kui mesilaslaadsete putukate arvukus. Tolmeldamisvajaduse katmine on nendel aastatel vähenenud 66%-lt 64%-ni (Breeze *et al.* 2014). Arvatavad põhjused võivad olla pesitsuspaikade vähenemine ja monokultuuride laialdane kasvatamine põllumajandusmaastikel. Monokultuuride kasvatamise puhul jääb tolmeldajate toiduressurss ühekülgseks. Samuti oluliselt on mõjutanud ka parasiitide ja patogeenide leviku muutused ning ebasoodne ilmastik (Pisa *et al.* 2015; Breeze *et al.* 2014). On kindlaks tehtud, et peale keskkonna mõju ja haiguste põhjustab meemesilaste suremust ka agrokemikaalide kasutamine (Potts *et al.* 2010).

Agrokemikaalide kasutamise tulemusena tekkiva kahju tõestuseks on tehtuid mitmeid katseid, mis näitavad olukorra tõsidust (Kleczkowski *et al.* 2017; Sánchez-Bayo *et al.* 2016; Heard 2017). Hearda (2017) katses kasutati kolme mesilase liiki: meemesilased (*Apis mellifera* spp.), kimalased (*Bombus terrestris audax* Harris) ja erakmesilased (*Osmia bicornis* L.). Pestitsiidi toimeaine valiti nii, mis kajastaksid agrokeemiliste ainete mõju tolmeldajatele. Pestitsiidide hulgast valiti välja neonikotinoidne toimeaine klotianidiin. Kokkupuuteperiood tolmeldajatel oli 10 päeva, kus toimeainet anti söögiga. Katse näitas, et eriti meemesilased on tundlikud antud kemikaalile (Heard 2017).

Kogu Euroopa Liidus on kolm neonikotinoidi (imidaklopriid, tiametoksaam, klotianidiin) toimeainet 2018 aastaks ära keelatud avamaal kasutamiseks (Chow 2018). Keelustamist toetav

liikumine algas juba 2012 aastal, mil avaldati kaks põhjalikku uuringut, mis näitasid, et neonikotinoidide toimeainete kokkupuude õietolmu ja nektariga võib avaldada tõsist mõju meemesilaste navigeerimisele ja individuaalsele ellujäämisele (Henry *et al.* 2012; Whitehorn *et al.* 2012).

Pestitsiidide subletaalsed ehk mittesurmavad mõjud on üha rohkem suurema tähelepanu all (Dively *et al.* 2015). Subletaalse annuse kokkupuutel võib meemesilastel tekkida käitumuslike häireid nagu näiteks korje aktiivsus langeb, tööliste korjeaeg väheneb, mis omakorda mõjutab ka kogu pere arengut. Samuti langeb meemesilaste sigivus, mis on otseselt seotud pere talvitumise ja ellujäämisega (Franca *et al.* 2015). Meemesilaste lennuvõime langeb, sest eelkõige mõjutavad pestitsiidid lennulihasid ja soojatootmisvõimet. Samuti väheneb õppimis-, mälu ja suunataju, tekivad häired pessa tagasi lendamisel. Lisaks insektitsiidide kahjulikust mõjust tolmeldajatele mõjutavad ka herbitsiidi ja fungitsiidid meemesilaste käitumist (Dively *et al.* 2015). Herbitsiidide laialdane kasutamine vähendab meemesilaste toidutaimede kättesaadavust. 2015 aasta uuring näitab, et kõige enam kasutatav herbitsiid glüfosaat häirib meemesilaste orienteerumisvõimet (Sol Balbuena *et al.* 2015). Samuti ka fungitsiidid mõjutavad meemesilaste mälus ja käitumuses häireid (Artz *et al.* 2015).

1.1.1 Meemesilased - *Apis mellifera* L.

Meemesilased on väga sotsiaalsed (Ellis *et al.* 2014). Nad elavad peredes, mis koosneb tavaliselt ühest mesilasemast, töömesilastest ja leskedest. Töömesilasi võib suvel kokku olla 50 000 kuni 80 000 ja leskesid suvel 2000 (Pihlik 2010). Meemesilased toituvad nektarist ja õietolmust, millest saavad endale kõik vajalikud toitained (Brodschneider 2010). Tarusisene kokkupuude pestitsiididega toimub läbi korjemesilaste, kellel on pestitsiididega otsene kokkupuude põllul (Sol Balbuena *et al.* 2015). Töömesilased on kasvult kõige väiksemad 12-15 mm ning teevad tööd mesilaspere toimimiseks. Noored koorunud meemesilased teevad 21 päeva sisetöid ja 2,5-3 nädalaselt siirduvad välitöödele. (Riis 2013). Mesilasema on kõikidest

suurem, 18-25 mm. Tema ülesandeks on munemine ja pere kooshoidmine. Teda toidetakse ainult neelualuse näärme nõre ehk mesilasema toitepiimaga, mille tootmise käigus filtreeritakse osad pestitsiidid toidust välja ning emani jõuab suhteliselt puhas toit (Dennis *et al.* 2016). Kuid just ammesid ohustavad korjetööliste toodud toit, mida on vaja toitepiima tootmiseks (Mussen & Brandi 2010).

Vastne kasvatatakse üles eraldi kärjekannus, siis haudmehooldajad saavad neid individuaalselt toita. Samuti saavad ära määrata nende kastilise kuuluvuse, kas neist saab uus emamesilane või töomesilane. Vastseid toidetakse eritoiduga ning seda toodavad lõua- ja neelunäärmetega töomesilased. Kuid see-eest vastsed on pidevas kokkupuutes vahaga, mis imeb endasse pestitsiidi jääke (Thompson 2003). Sellisel toitmisel ja üksteise puhastamisel on väga tähtis osa nende peresisesel suhtlemisel (Halifman 1978).

Meemesilased on vastuvõtlikud paljudele patogeenidele samuti ka viirustele, seentele, bakteritele ja lülilalgsetele kahjuritele. Meemesilased nakatuvad nektarit või õietolmu korjates (Dolezal 2018). Pestitsiidide ulatuslik kasutamine tekitab meemesilastel seedesüsteemi häired ning nõrgestab nende immunsüsteemi, mis teeb nad vastuvõtlikumateks haigustele (Blacquièrre 2012).

1.1.2 Meemesilaste korjekäitumine

Meemesilased korjavad õitsemise ajal nektarit ja õietolmu toiduks nii endale kui ka vaklade toitmiseks. Eluks vajalike toitainete korjamiseks on tähtis neile liigirikas korjetaimestik (Riis 2015). Glüfosaat on umbrohtude kontrollimiseks kasutatav laialdane herbitsiid ning nende laialdane kasutamine vähendab oluliselt meemesilaste jaoks korjetaimestiku kättesaadavust (Herbert *et al.* 2014). Meemesilased ei oska eristada insektitsiidiga töödeldud taimi töötlemata taimedest (Karise, *et al.* 2007; Potts 2010). Mistõttu puutub meemesilane insektitsiididega kokku nii korjel käies, õit külastades süsteemselt kui ka õietolmu ja nektarisse imendunud pestitsiidiga.

Põllukultuuridest on rapsil suur osatähtsus korjetaimena meemesilastele, sest raps õitseb (juuli teises pooles) tavaliselt sellisel ajal kui teisi toidutaimi on vähe (Kaarli 2003). Samuti meelitab meemesilasi kohale õite arvukus. Aastas kulub mesilasperel 90 kg mett ja 30 kg õietolmu. Süsivesikuid on neil vaja lihaste tööks mida saadakse nektarist ja õietolmust saadavad valgud, rasvad on vajalikud organismis varude moodustamiseks (Riis 2015). Sobiva korjeala leiu korral tantsivad meemesilased sellest pesakaaslastele, tantsu kestvus ja suund sõltuvad korjeala asupaigast ja kaugusest (Riis 2014).

Erinevad uuringud on näidanud nii meest kui ka õietolmust on leitud suur hulk erinevate pestitsiidide toimeainete jääke (Corbet *et al.* 1993; Albero 2004; Valdovinos-Flores *et al.* 2017; Darko *et al.* 2017). Erinevad toimeained satuvad meemesilaste korjesse kas mitut erinevat kultuurtaime küllastades, põldude lähistel teisi õistaimi küllastades või on seda konkreetset taimeliiki mitme erineva toimeainega töödeldud (Mullin 2010).

1.2 Raps

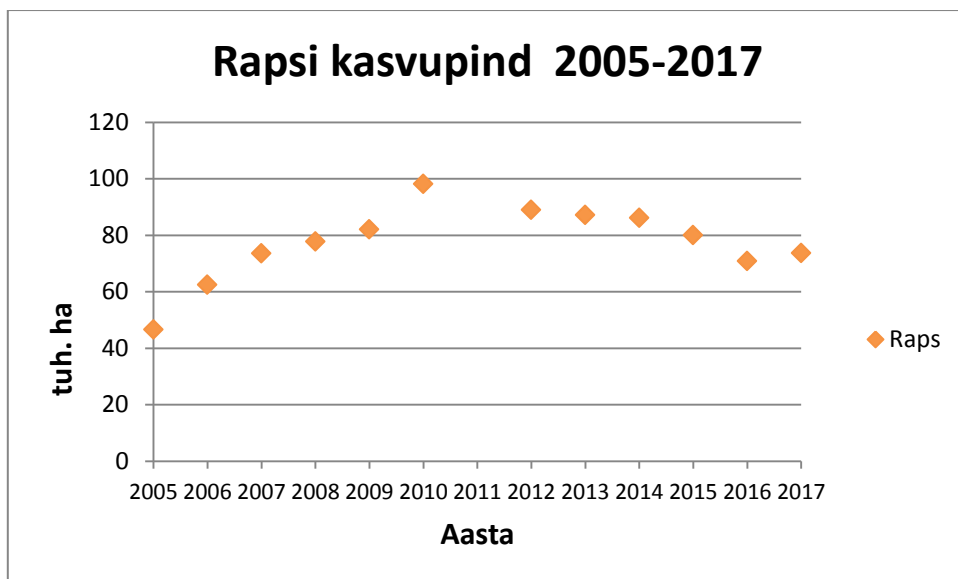
Maailma üks tähtsamaid õlikultuure on raps (*Brassica Napus* L.), mis on muutunud viimaste aastakümnetega järjest enam kasvatatavaks põllumajanduskultuuriks ja üheks olulisemkas söödavaks taimeõli allikaks ((Fischer *et al.* 2014). Raps on iseviljastumisvõimeline. Õitsemisaeg on suvirapsil juuli teisel poolel (Riis & Karise 2015) ja talirapsil juuni esimeses pooles (Kaarli 2003). Rapsist saadavad seemnetootangud on maailmas teisel ja kolmandal kohal (Carruthers *et al.* 2017). Rapsi kasvupind ja saagikus on aastatega kasvanud (Filipova *et al.* 2017). Eelkõige on saagikus kasvanud tänu tõhusale sordiarretusele ja uuemale tehnoloogiale. Läbi aegade on Eestis rapsi kasvatatud mitmete eesmärkide nimel. Algselt siloks ja haljassöödaks, kuid hiljem rapsiõli valmistamiseks. Rapsiõli saab kasutada nii toiduaineks kui ka loomasööda valmistamiseks (Viil *et al.* 2010). Samuti on rapsiõli kasutatud tekstiilitööstuses kui ka määrdeainena erinevatel seadmetel. Tekstiilitööstustes rakendatakse rapsiõli kangaste kiudude viimistluseks, mis ei lase riidele tekkida kortse ja aitab riidekiul libiseda (Stefanovic *et al.* 2014).

Rapsi kasvatamiseks sobivad eelkõige keskmised liivsavi- ja saviliivmullad. Kuid kõige tähtsam on õiged agrotehnilised võtted, millega saab reguleerida mulla veeläbilaskvust ja õhurežiimi. Raps vajab korralikult ettevalmistatud mulda, mille mullaharimis-sügavus on 20-25 cm. Eelkultuurina tuleks vältida ristõieliste sugukonda kuuluvaid kultuure, et ei leviks ühiseid haigusi (Viil *et al.* 2010).

Põhiväetis, mida antakse on NPK. Lämmastikväetis määrab ära rapsisaagi suuruse. Fosforväetist vajab raps tugeva juurestiku loomiseks ning samuti aitab fosfor omastada taimel vajalikke toitaineid. Kaaliumväetis mõjutab taimet seestpoolt, reguleerib toitainete ja vee liikuvust ning kasvuprotsesse. Mikroväetised pole küll kõige tähtsamad järjekorras, kuid nende puudumine väljendub taimes ja saagikuses (Kaarli 2003). Raps on nõudlik mullaviljakuse ja hästi ettevalmistatud mulla suhtes ning samuti vajab nõuetekohaselt väetamist, mis tagab rapsile suurema saagikuse (Kaarli 2004). Viik *et al.* 2012 leidis rapsil tehtud katses, et leheväetised suurendavad õietolmu ja nektarit õies, mis omakorda meelitab ligi rohkem tolmeldajaid ja tänu sellele on risttolmeldatud rapsi saagikus veel suurem (Viik *et al.* 2012).

1.2.1. Rapsi kasvupinnad Eestis

Rapsi kasvatamine Eestis on aastatega läinud järjest trendikamaks, sest rapsi kokkuostuhind on kõrgem kui teraviljal (Viil 2010). Rapsi kasvupind on oluliselt kasvanud 2010 aastani, kuid viimased aastad stabiilselt langenud (joonis 1). Üheks põhjuseks võib olla talirapsi kasvatamine suvirapsi arvelt, mis on rapsi kasvupindala vähendanud. Lisaks talirapsi eelistusele on rapsil palju taimekahjureid ja haigusi, mis nõuab suuremaid väljaminekuid (Põllumajandussektor 2017). Samuti on raps nõudlikum kultuur mullaviljakuse suhtes ning eeldab suuremaid kulutusi hektari kohta, mistõttu kasvupind on langenud (Põllumajandussektor 2012).



Joonis 1. Rapsi kasvupind Eestis aastatel 2005-2017 (Statistikaamet 05.04.2018)

Rapsil on suur osatähtsus meemesilastele korjeressursina (Kaarli 2003) ning omakorda pakuvad meemesilased tolmeldades rapsile suuremat ja kvaliteetsemat saaki (Bartomeus *et al.* 2014).

1.2.2. Tolmeldajad rapsil

Rapsi põldu külastavad erinevad tolmeldajad: kimalased, meemesilased ja mitmesugused erakmesilased, lisaks neile veel liblikad ja kärbsed (Woodcock 2013). Rapsi õies on palju nektarit ja õietolmu. Rapsi meeproduktiivsus on 50 kg/ha ja õitolm sindrunkollase värvi (Riis & Karise 2015).

Meemesilaste tolmeldamisefektiivsus on põllul väiksem kui kimalastel (Delaplane & Mayer 2000). Kimalased töötavad kiiremini. Samuti töötavad nad õhtuhämaruses vahel ka öösiti ning neile meeldivad jahedamad ja vihmased ilmad. Meemesilased see-eest tavaliselt sellistes tingimustes ei tööta. Meemesilased külastavad umbes 40 õit minutis (Halifman 1978). Korjel käivad meemesilased 2 km raadiusel (Riis & Karise 2015).

Uuritud on, et rapsi tolmeldavad kõige rohkem kimalased. Nende tööviis sõltub kas nad korjavad nektarit või õietolmu.

Rapsi tolmeldamise tulemus sõltub õite arvust põllul, ilmast, rapsi sordist ja õitsemis perioodist. Tolmeldamis tulemus igal põllul on väga varieeruv (Sabbahi *et al.* 2005). Kuigi raps annab head saaki ka ilma tolmeldajateta, on siiski saagi maksimeerimiseks tolmeldajad vajalikud (Free & Nuttall, 1968).

1.3. Taimekaitse ja selle mõju vähendamise võimalused

Suur arvukus taimekahjustajaid põhjustavad saagikadu ning seega tuleks vältida nende liigset arvukust. Taimekahjustajaks võivad olla nii kahjurid kui ka haigustekitajad. Kahjustajate tõrjeviise on mitmeid – ennetav tõrje, otsene tõrje, mis omakorda jaguneb veel füüsikaline tõrje, bioloogiline tõrje ja keemiline tõrje (Luik *et al.* 2007).

Algselt kasutati taimekaitsevahendites raskmetalli (kaadmium, plii), mis põhjustas meemesilastele mürgistusi, kuid uuema põlvkonna insektitsiidid (karbamaadid, püretroidid) mõjutavad meemesilasi vähem (Carreck 2008).

Taimekaitse preparaate leidub erinevates vormides: pulbrid, graanulid, mikrokapslid ja vedelad preparaadid (Ellis *et al.* 2014). Mikrokapsel on kapsel, mille aktiivne koostisosa (mõni vedel pestitsiid) on polümeerist kihi sees (DeSavigny & Ivy 1974). Mikrokapselid saab kasutada pihustades lehekaudseks mõjutamiseks, seemnete ja pinnase töötlemiseks (Patendiamet, 1965). Mikrokapseldatud insektitsiide peetakse meemesilaste jaoks olevat toksilisemad kui granuleeritud insektitsiide, sest mikrokapsel on väga sarnane õietolmu tera suurusele. Nende suuruse tõttu kapslid kantakse ekslikult tarudesse kus võivad jääda need pikaks ajaks toksiliseks. Seega on mikrokapslid üldiselt ohtlikumad kui vedelad preparaadid. (Ellis *et al.* 2014).

Tolmeldajate mürgistuste tekkevõimaluste vähendamiseks tuleks välja töötada strateegiad. Tolmeldajate kokkupuudet pestitsiididega on võimalik vähendada arendades välja kahjuritõrjeplaani. Eeldatavasti tõrjet mitte teostada päeval ning samuti mitte ka õitsemise ajal kui tolmeldajate arv põllul on kõige suurem (Ellis *et al.* 2014). Üheks võimaluseks on tolmeldajatele pakkuda sobivaid alasid pesitsemiseks, kus nad saavad hooaja jooksul pestitsiidide vaba vett, õietolmu ja nektarit (Carreck 2008). Alternatiivseks lahenduseks oleks mahepõllumajandus, mis on parim lahendus tolmeldajate jaoks (Happe 2018). Tavapõllumajandusele tuleks eelistada integreeritud taimekaitset. Integreeritud taimekaitse põhialuseks on kahjustuste ennetamine ja taimekaitsevahendite kasutamine vaid siis, kui muud võimalust enam pole. (Eesti Taimekasvatuse Instituut, 2016). Sünteetiliste taimekaitsevahendite kasutamise vähendamiseks tuleks eelistada bioloogilisi taimekaitsevahendeid.

Lisaks biopreparaatidele on võimalik kasutada kahjurite tõrjeks püüniskultuure. Püüniskultuurid põhinevad selliste kultuuride kasutamisel, mis on põhikultuuridest atraktiivsem taim ning meelitab põhikultuurilt kahjurid püüniskultuurile (Javaid & Joshi 2010). Püüniskultuuridele kogunenud putukad saab korraga tõrjuda. Lisaks sellele võib püünises kasutada taimeliiki, millel kahjustajad küll toituvad, kuid nad ei saa taimelt kõiki vajalike toitained ning seetõttu pidurdub nende areng. Püüniskultuurid vähendavad pestitsiidide kasutamist ja nende mõju keskkonnale (Shelton *et al.* 2006).

Alternatiivseks taimekaitsemeetodiks on entomovektortehnoloogia, kus tolmeldajaid on võimalised edasi kandma entomopatoogeenseid seeni. Taru lennuavasse pannakse pulbriline biopreparaat ning välja lendava tolmeldaja jalgadele jääb preparaas ja tolmeldaja kannab selle taimedele edasi. Tehnoloogia vähendab taimekaitse preparaatide koguseid (Al-Mazra'awi *et al.* 2006).

1.4 Bioloogiline taimekaitse ja entomopatogeensete preparaatide mõju kasulikele putukatele

Bioloogiline tõrje tähendab, et kahjustajate looduslik vaenale e. parasitoid on preparaadis, mida kasutatakse kahjurite tõrjumiseks (Luik 2007). Kahjustajate looduslikud vaenalsed võivad olla nematoodid, röövlestad, parasiidid ja mikroorganismid. Mikroorganismide kahjustajate looduslikuks vaenalseks on seened, bakterid ja viirused, kes põhjustavad kahjustaja haigestumist, mille tagajärjel kahjuri areng ja kasv pidurdub või nad hukuvad (Luik *et al.* 2008). Mikrobioloogiliste preparaatide eeliseks on, et organisme mida kasutatakse preparaatides ei ole peamiselt toksilised elusloodusele ja inimestele. Preparaadi toime on spetsiifiline ühe populatsiooni kahjurite suhtes, mis omakorda on ka miinuseks, sest ei mõjuta teistest liikidest pärit kahjureid (Usta 2013).

Keskkonnakahjude vähendamiseks on välja töödeldud hulk biopreparaate (Thacker 2002). Üheks levinumaks kahjurite, haiguste ja umbrotude tõrjeks on just seened (Vega *et al.* 2009). Enam turustatavaid seeneliike leidub kõige rohkem *Beauveria*, *Metarhizium*, *Lecanicillium* ja *Isaria* perekondades (Faria 2007). Esimesed entomopatogeense seene uuringud leidsid aset Prantsusmaal 1800 aasta alguses (Imoulan *et al.* 2017). *B. Bassiana* kuulub entomopatogeensete seente hulka, mis on putukate looduslik patogeen (Charnley 2007). Seene hüüfid eritavad kasvamise käigus mürke, mis nõrgestavad putuka immuunsüsteemi aitavad kaasa kudede lagundamisele (Imoulan *et al.* 2017).

Entomopatogeenseid preparaate saab edukalt kasutada kahjuritõrjeks, kuid põhjustavad ka suurt suremust teistele putukatele (Kannan *et al.* 2008). Uuringud on näidanud, et kaubanduses kättesaadavad biopreparaadid, mis sisaldavad erinevaid entomopatogeenseid nematoode, on põhjustanud väga kõrgel tasemel meemesilaste suremust. Esimesed putukad hakkasid surema 48 tunni jooksul pärast kokkupuudet preparaadiga ning 72 tunni pärast olid enamus meemesilastest surnud (Dutka 2015). *B. bassiana* laboratoorses katses põhjustas meemesilaste suremust 50-84% ja kimalaste suremust 48-65%. Entomopatogeene seen pihustati steriliseeritud plastikkarbile, millel oli ka sööt meemesilastele (Hokkanen *et al.* 2003).

Kuigi eeltoodud *B. bassiana* laboratoorne katse näitas meemesilaste suur suremust kokkupuutel töödeldud pinnaga on siiski leitud, et suhteliselt kõrges temperatuuris (33-36 °C) ei jää see entomopatogeenne seen ellu, 33-36 °C on aga just mesitaru sisetemperatuur. Seega ei saa seen oluliselt kahjustada tarus olevaid meemesilasi (Davidson *et al.* 2003). Lisaks sellele on leitud labor-katses, et mesilaspere haigustekitaja varroatoos ehk *Varroa* lest (*Varroa destructor* Anderson & Trueman) on võimalik *B. bassiana* mõjul mesilastarus vähendada (Meikle *et al.* 2007).

Mõningad putukad suudavad ennast kaitsta entomopatogeensete seente eest. Äädikakärbes suudab ennast kaitsta enesepuhastus võimega. Uuringus tehtud katses kasutati seent *B. bassiana* äädikakärbsel, mis näitasid edukalt kärbse enesepuhastus võimet kammimise teel (Yanagawa 2018). Sipelgad kaitsevad ennast haigestumise eest, kui käivitavad oma ühiselulisest eluviisist tuleneva käitumusliku immuunsüsteemi, mis paari päeva jooksul rakendub kogu pesakonnal. Nad surmavad nakatunud järglased nii, et ka seen selles enam areneda ei saa. Seega nad likviteerivad haiguse ise (Pull *et al.* 2018). Prussakatel on täheldatud, et süües *B. bassiana* eoseid sisaldavat toitu, ei nakatu nad, kuna nende seedesüsteem hävitab seeneeosed (Zhang *et al.* 2017).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Aeg ja koht

Katse toimus Rõhu katsejaamas 2017. aasta suvel suvirapsi põllul ja paralleelselt laboris. Rapsi külvamisel kasutati sorti Stella, mille külvisenormiks oli 4 kg/ha. Rapsi külvati 26.05.2017. Koos külviga anti ka väetist NPK 21-6-11 + 4S normiga 250 kg/ha. Rapsi koristati 23.10.2017. Põllu sisse niideti katselapid, mida töödeldi vastavalt kas preparaadiga, või jäeti töötlemata. Katselappe oli põllul kokku 12, kontrollilappe 6 ja töödeldud lappe samuti 6. Kõigi lappide suuruseks oli 2 x 10 m.

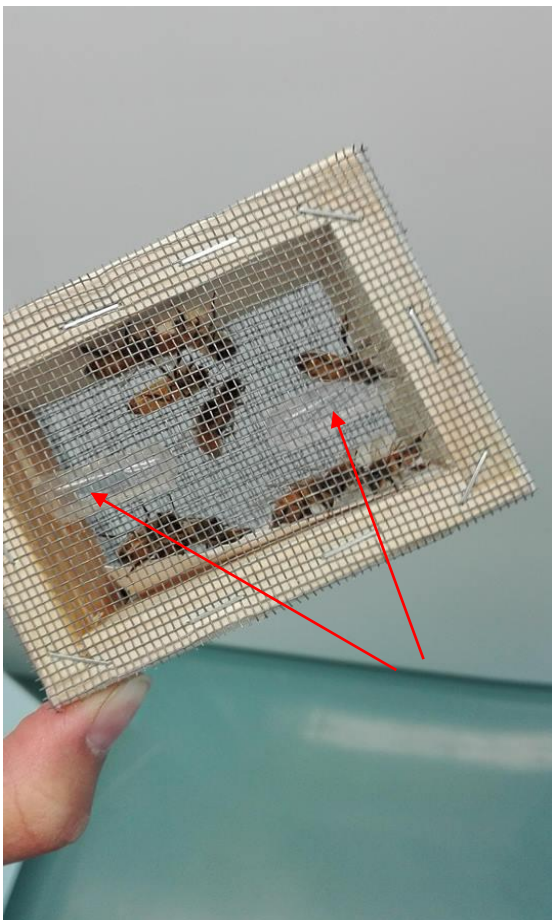
2.2 Ilmastik

Juulis oli Eesti keskmine õhutemperatuur 15,7 °C, mis on 1,7 °C pikaajalisest normist madalam. Keskmine sajuhulk oli 48 mm, mis on 67% normist. Päikesepaiste keskmiselt oli 272 tundi, mis on 94% normist. Ilm meemesilaste kogumise päeval oli päikseline ja tuulevaikne. Õhutemperatuur oli 21 °C ja sademed puudusid. Kogumisele eelnenud päevad olid samuti sademeteta ja päikselised ilmad (Ilmateenistus 2017).

2.3 Preparaat BotaniGard 22 WP ja töötlused

Katses kasutati vees lahustuvat mükoinsektitsiidi BotaniGard 22 (Mycotech Corporation, USA). Preparaat põhineb entomopatogeensel seenel *B. bassiana*. Preparaadis on grammi kohta $4,4 \times 10^{10}$ idanemisvõimelist seeneeost. Preparaat aitab tõrjuda erinevaid taimekahjureid, lehetäid, ripslased, ning on välja töötatud kasutamiseks kasvuhoonetes. Kasutusjuhendi järgi tuleb esimeste kahjurite ilmnemisel koheselt pritsida. Tõrjet tehti 7 päevaste intervallidega. Ning kui kahjureid on rohkem, siis kolmepäevaste intervallidega. Kuigi antud preparaati pole välja töötatud avamaa kultuuride jaoks, on seda organismi kasutatud ka rapsikahjurite tõrjel (Kuske *et al.* 2011).

Preparaadiga pritsimine toimus kolm korda. Esimene 14.07.2017, teine 19.07.2017 ja kolmas pritsimine 24.07.2017 vastavalt juhendis ettenähtud doosile. Kulunormiga 5 g 10 l⁻¹ vee kohta. Saadud segu pritsiti põllule arvestusega 200 l ha-l. Lahuses olevte eoste hulk oli $4,4 \times 10^6$ koniidiumi ml kohta. Meemesilasi korjati põllult 27.07.2017. Meemesilasi korjati kuult kontroll lapilt ja kuult töödeldud lapilt. Igalt lapilt viis meemesilast, kes paigutati minitarudesse (joonis 2).



Joonis 2. Minitarus olevad meemesilased koos töödeldud filterpaberiga. Eppendorffi tuubidega on meemesilastele antud sööt ja vesi (näidatud nooltega)

Laborikatse viidi läbi Eesti Maaülikooli Taimetervise õppetooli putukafüsioloogia laboratooriumis 17.07.2017-25.07.2017. Katse toimus 10 minitaruga. Igas tarus oli kokku 15 meemesilast. Viide tarru pandi paberileht, mis oli pritsitud preparaadiga BotaniGard 22 WP ($4,4 \times 10^6$ koniidiumi ml kohta). Kõigis kümnes tarus oli meemesilastel vett ja suhkrusiirupit (50%) söödaks (joonis 2). Kõiki minitarusid hoiti kasvatuskambris, mis oli reguleeritud 20 °C ja suhtelise õhuniiskuse RH 60% juurde. Temperatuur valiti vastavalt korjaegsele võimalikule temperatuurile.

2.4 Preparaadi mõju hindamine

Suremus kokkupuutel töödeldud pinnaga: Meemesilaste jälgimine toimus 8 päeva jooksul. Iga päev märgiti üles surnud meemesilaste arvu igas minitarus ja vajadusel pandi juurde ka vett ja toitu.

Õitelt korjatud meemesilaste suremus: Teisel katsel püüti igalt lapilt ($N = 6$ kummaski variandis) viis meemesilast ning viidi need laborisse ja pandi minitarudesse. Preparaadiga puutusid meemesilased kokku ainult põllul. Samuti pandi igasse minitarru vett ja toitu. Jälgimine toimus viis päeva järjest, võttes arvesse põllu pritsimise aega, tegi see suremuse hindamiseks 4-8 päev peale pritsimist. Iga päev loeti üle surnud meemesilased ja vajadusel lisati vett ja suhkrusiirupit.

2.5 Andmeanalüüs

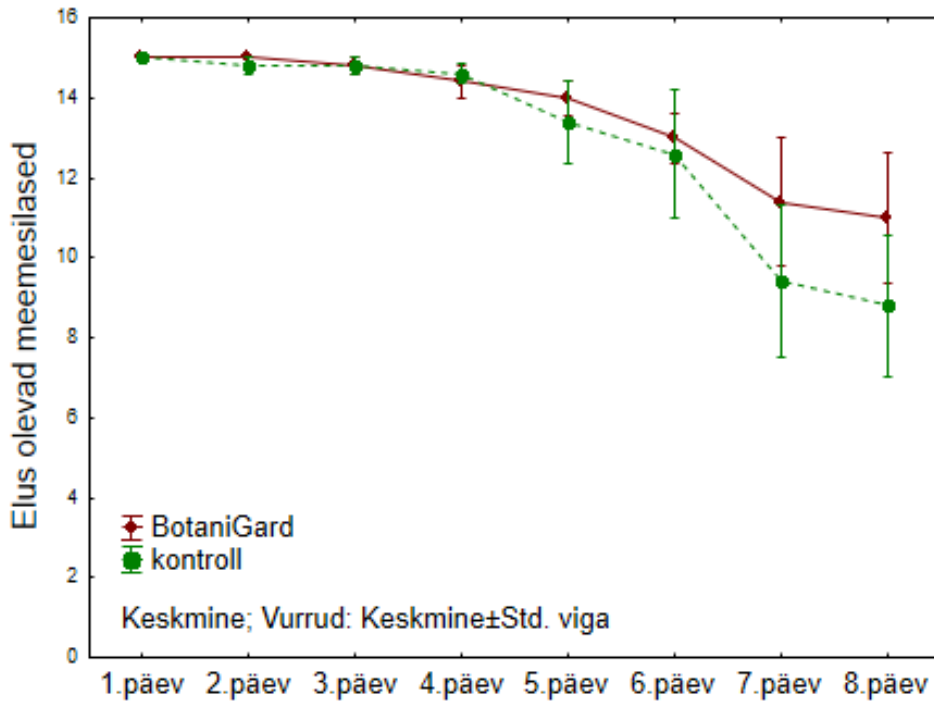
Statistilises andmetöötles kasutasin programmi Statistica 12 Kruskal-Wallis'e dispersioonanalüüsi kuna tulemused ei vasta normaaljaotusele. Joonistel on esitatud mõõdetud väärtuste keskmised koos standardvigadega.

3.TULEMUSED

Laboratoorses katses töötlemata ja töödeldud pinnaga minitarudes elavate meemesilaste suremusel statistiliselt olulist erinevust ei olnud. Keskmiselt suri viimaseks päevaks töötlusvariandis esialgsest viieteistkümnest mesilasest $4,0 \pm 1,64$ ja kontrollvariandis $6,2 \pm 1,77$ (joonis 3). Meemesilaste päevane suremus tõusis aja jooksul oluliselt kummaski katsegrupis: BotaniGard: KW-H(7;40) = 18,91; $p < 0,01$; kontroll: KW-H(7;40) = 22,99; $p < 0,01$. Kuid töötluste mõju ei ilmnenu ühelgi päeval (vt. tabel 1).

Tabel 1. Keskmise elus olevate meemesilaste arv päevade kaupa kontrollgrupis ja preparaadiga BotaniGard 22 WP töödeldud grupis 8 päeva jooksul. Mõju hindamisel kasutati Kruskal-Wallise ANOVA testi, varieeruvuse puudumise tõttu ei ole esimese ja teise päeva tulemusi tabelis esitatud

Mitmes päev	Keskmiselt elus olevate meemesilaste arv		KW-H(1;10)	p-väärtus
	Kontroll	Töödeldud		
3. päev	$14,80 \pm 0,20$	$14,80 \pm 0,20$	1,00	0,32
4. päev	$14,60 \pm 0,24$	$14,40 \pm 0,40$	0,06	0,81
5. päev	$13,40 \pm 1,03$	$14,00 \pm 0,45$	0,01	0,91
6. päev	$12,60 \pm 1,60$	$13,00 \pm 0,63$	0,05	0,83
7. päev	$9,40 \pm 1,91$	$11,40 \pm 1,60$	0,71	0,40
8. päev	$8,80 \pm 1,77$	$11,00 \pm 1,64$	0,54	0,46

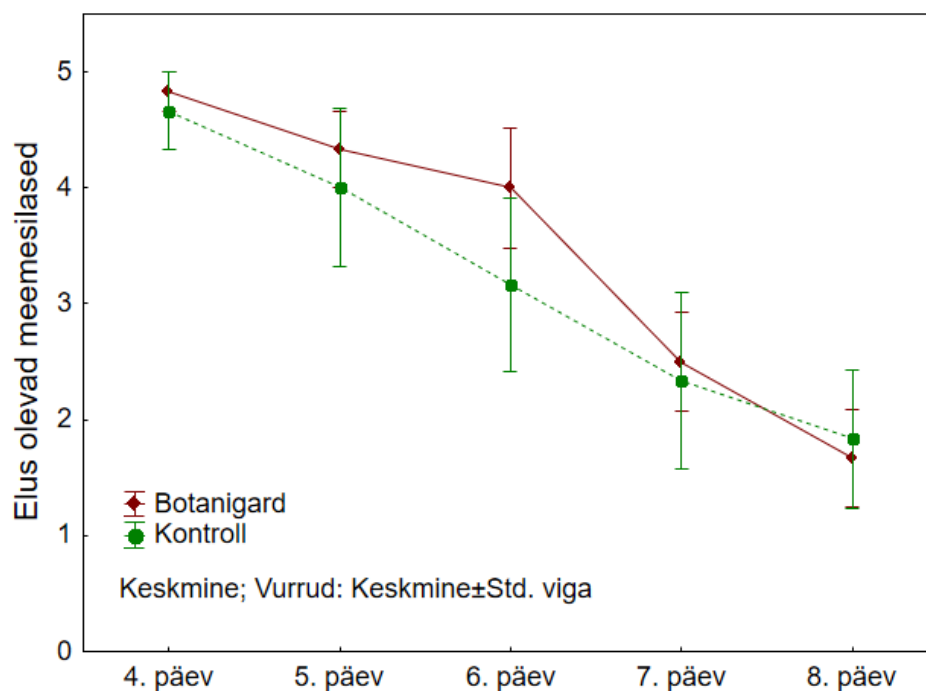


Joonis 3. Elus olevate meemesilaste arv 8 päeva jooksul peale BotaniGard 22 WP töötlemist. Igas minitarus (N = 5) oli 15 meemesilast

Põllult korjatud töötlemata ja töödeldud alalt pärit meemesilaste suremusel statistiliselt olulist erinevust ei olnud. Keskmiselt suri töödeldud alalt toodud esialgsest viiest meemesilast $3,33 \pm 0,42$ ja kontroll alalt $3,17 \pm 0,60$ meemesilast (Joonis 4). Viie vaatluspäeva jooksul vähenes elus olevate meemesilaste arv mõlemas katsegrupis oluliselt: (BotaniGard 22 WP: KW-H(4;30) = 18,85; $p < 0,01$; Kontroll: KW-H(4;30) = 10,78; $p = 0,03$). Töötluse mõju ei ilmnenud ühelgi päeval (vt. tabel 2).

Tabel 2. Keskmise elus olevate meemesilaste arv päevade kaupa kontrollgrupis ja preparaadiga BotaniGard 22 WP töödeldud grupis 4 päevast 8 päevani. Mõju hindamisel kasutati Kruskal-Wallise ANOVA testi

Mitmes päev	Keskmiselt elus olevate meemesilaste arv		KW-H(1;12)	p-väärtus
	Kontroll	Töödeldud		
4. päev	4,67 ± 0,33	4,83 ± 0,17	0,02	0,90
5. päev	4,00 ± 0,68	4,33 ± 0,33	0,01	0,93
6. päev	3,17 ± 0,75	4,00 ± 0,52	0,70	0,40
7. päev	2,33 ± 0,76	2,50 ± 0,43	0,11	0,74
8. päev	1,83 ± 0,61	1,67 ± 0,42	0,01	0,93



Joonis 4. Elus olevate meemesilaste arv neljandast päevast kaheksanda päevani peale preparaadiga BotaniGard 22 WP põllu töötlemist. Igas minitarus (N=6) oli 5 meemesilast

ARUTELU

Antud uurimustöö tulemusest selgus, et preparaat BotaniGard 22 WP ei mõjuta meemesilaste suremust. Mõlemas katses preparaadiga kokku puutunud meemesilaste eluiga ei muutunud võrreldes kontrollgrupi meemesilastega.

Entomopatogeensete preparaatidega tehtud erinevate uurimistööde tulemused on väga mitmekesised. Mõned autorid on leidnud, et entomopatogeensed seened mõjutavad meemesilaste suremust. Soni *et al.* (2015) poolt korraldatud katses selgus, et puuris olevatele meemesilastele sisse söödetud *B. bassiana* mõjus neile surmavalt ning, et eriti on mõjutatud töomesilased (Soni *et al.* 2015). Samuti leidis ka Vandenberg (1990), et meemesilased, kes olid pritsitud entomopatogeense seenega surid neli päeva hiljem peale töötlust. Samuti ka sisse söödetud entomopatogeene seen nakatas meemesilasi. Nimetatud katses oli eoste kontsentratsioon suurem kui kasutatakse põllul (Vandenberg 1990), millest ilmselt oli tingitud ka meemesilaste kõrge suremus.

Potrich (2018) tegi erinevaid katseid kasutades seent *B. bassiana* meemesilastele söögiga andes, pihustusmeetodiga kui ka erinevate töödeldud pindadega kokkupuute kaudu. Katsed näitasid, et kokkupuutel entomopatogeenne seen põhjustas meemesilastel kõrgema suremuse kui sisse sööduna (Potrich 2018). Võrreldes minu katsega kokkupuutel töödeldud pinnaga oli Potrich (2018) katsel suurem suremus kui minul, mis on arvatavasti tingitud sellest, et mina kasutasin väiksemat doosi.

Minu katsete tulemuste põhjal ei mõjuta entomopatogeene seen *B. bassiana* meemesilaste suremust oluliselt. Mõningad autorid on leidnud samuti, et entomopatogeensed seened ei mõjuta kasulike putukaid. Al-Mazra'Awí (2007) uuris *B. bassiana* mõju meemesilastele sisetingimustes minitarudega ja tavalistes tarudes olevate peredega. Kummalgi juhul puutusid meemesilased kokku kõrge kontsentratsiooni *B. bassiana* eostega (pulber). Sisetingimustes

olid meemesilased 24-25° C kasvatuskambris 2 nädalat, mis sarnaneb minu esimese katsega. Autor täheldas meemesilaste kõrget suremust. Teises katseosas viidi läbi töödeldes tarusid pulberpreparaadiga. Surnud meemesilased korjati mõlemas katses ära kuus päeva pärast töötusi. Autor leidis, et taru-tingimustes oli meemesilaste suremus väiksem. Väiksem suremus võis olla tingitud sellest, et taru sisetemperatuur ei vasta kõne all oleva seene eoste idanemistemperatuurile. Meemesilaste taru sisetemperatuurid on enamasti 33-36° C (Hywel-Jones & Gillespie 1990; Ekesi *et al.* 1999).

Kapongo *et al.* (2008) tegid entomovektortehnoloogilise katse kimalastega tomatil ja paprikal, kus kimalased olid edasikandjaks kahele seenele *B. Bassiana* (preparaat BotaniGard 22 WP) ja *Clonostachys rosea* (preparaat Endofine®). Katse näitas, et entomovektortehnoloogiaga saab edukalt tõrjuda taimekahjureid ja haigusi ning samuti keskmise kontsentratsiooniga preparaat ei mõjutanud eriliselt kimalaste suremust (Kapongo *et al.* 2008). Samuti leidis ka Meikle *et al.* (2008), et entomopatogeensete seente kasutamine on võimalik Varroa lestade tõrjes ning need ei mõju negatiivselt meemesilaste peredele tervikuna.

Yanagawa (2018) leidis, et äädikakärbes suudab ennast ise puhastada kammimise teel. Meemesilasel on sama kaitsemehhanism. Kammides eemaldavad meemesilased ja ka teised kasulikud putukad karvadelt igasugust materjali, kaasa arvatud ka eoseid (Yanagawa 2018). Seega miks ei peaks suutma ka meemesilane ennast kaitsta entomopatogeensete seente eest. Meemesilased kammivad ennast tihti ning kammimise käigus võivad seeneeosed sattuda suirakorvikestesse, kus eosel puudub kokkupuude meemesilase kutiikulaga (Swanson *et al.* 2009). Ning kuigi tarru toodud suira tarbivad pesakaaslased ja vaststed, ei nakata see putukaid enamast seedesüsteemi kaudu. Zhang (2017) leidis oma töös, et prussakate puhul sisse söödud *B. bassiana* kaotab oma efektiivsuse ega mõjuta neid enam (Zhang *et al.* 2017). Lisaks on teada, et *B. bassiana* eosed hakkavad idanema just kokkupuutel putukate kutiikulaga (Butt & Goettel 2000), mesilaselaadsed putukad aga on karvased ning kutiikulani jõuab saastunud pinnalt oluliselt vähem eoseid, kui karvututel putukatel.

Minu uurimistöö tulemuste põhjal võib öelda, et antud entomopatogeenne seen *B. bassiana* on põllul kasutamisel tolmeldajatele suhteliselt ohutu. Samas tuleb iga uue preparaadi puhul siiski kontrollida just selle ohutust, kuna erinevad uurijad on leidnud selle seene suhtes vastukäivaid tulemusi.

KOKKUVÕTE

Hinnanguliselt 85% maailma põllukultuuridest tolmeldavad putukad ning just tähtsamateks tolmeldajateks on meemesilased *Apis mellifera* L. Samas põllumajanduses kasutatakse ka väga palju sünteetilisi taimekaitsevahendeid, et tõrjuda kahjureid, taimehaiguseid ja umbrohtusid, mis samaaegselt avaldavad halba mõju tolmeldajatele. Kuid keemilise tõrje asemel saaks kasutada ka bioloogilisi taimekaitsevahendeid. Biopreparaatides kasutatakse kahjustajate looduslike vaenlasi (seened, bakteid ja viirused) või botaanilisi ekstrakte. Üheks võimaluseks taimekahjureid tõrjuda on bioinsektitsiidid, entomopatogeensed preparaadid, mille hulgas enamlevinud *Beauveria bassiana*. Kuna mikrobioloogiliste preparaatide efektiivsusega sama oluline on nende keskkonnaohutus, siis tahtsime teada, kas antud mikroobil, mis sisaldub preparaadis BotaniGard 22 WP, on meie tingimustes võime nakatada meemesilasi.

Antud töö põhieesmärk oli uurida kas entomopatogeenset seent *B. bassiana* sisaldav preparaat BotaniGard 22 WP mõjutab meemesilasi, kui need puutuvad kokku töödeldud pinnaga laboris või pritsitud õitega põllul. Hüpoteesiks seadsin, et preparaadis BotaniGard 22 WP olev *B. bassiana* ei tõsta meemesilaste suremust. Esimeses katses hindasin meemesilaste suremust kokkupuutel pritsitud pinnaga ja teises katses õitelt korjatud meemesilaste suremust.

Laboratoorses katses töötlemata ja töödeldud pinnaga minitarudes elavate meemesilaste suremusel statistiliselt olulist erinevust ei olnud. Keskmiselt suri viimaseks päevaks töötlusvariandis esialgsest viieteistkümnest meemesilasest $4,0 \pm 1,64$ ja kontrollvariandis $6,2 \pm 1,77$. Põllult korjatud töötlemata ja töödeldud alalt pärit meemesilaste suremusel samuti statistiliselt olulist erinevust ei olnud. Keskmiselt suri töödeldud alalt toodud esialgsest viiest mesilasest $3,33 \pm 0,42$ ja kontroll alalt $3,17 \pm 0,6$ meemesilast. Mõlemas katses vähenes elus olevate meemesilaste arv oluliselt, kuid töötluse mõju ei ilmnunud ühelgi päeval.

Antud uurimustöö tulemusest selgus, et preparaat BotaniGard 22 WP ei mõjuta meemesilaste suremust ning töös püstitatud hüpotees leidis kinnitust. Kuigi antud töö tõestab entomopatogeense seene ohutust meemesilastele on mitmed uurijad leidnud selle seene vastupidist toimet, mis vajab seega veel põhjalike uuringuid.

KASUTATUD KIRJANDUS

Albero, B., Sánchez-Brunete, C., Tadeo, J.L. (2004). Analysis of Pesticides in Honey by Solid-Phase Extraction and Gas Chromatography–Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 52 (19), pp 5828–5835.

Al-Mazra’Awi, M.S. (2007). Impact of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria Bassiana* on the Honey Bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *World Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 3 (1), pp. 11. (26.04.2018)

Al-Mazra’Awi, M.S., Shipp, J.L., Broadbent, A.B., Kevan, P.G. (2006). Biological control of *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae) and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) by *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae) vectored *Beauveria bassiana* in greenhouse sweet pepper. – *Biological Control*. Vol. 37, pp. 89–97.

Artz, D.R., Pitts-Singer, T.L. (2015). Effects of fungicide and Adjuvant Sprays on Nesting Behavior in Two Managed Solitary Bees, *Osmia lignaria* and *Megachile rotundata*. Published: August 14, 2015. [online] <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135688> (09.05.2018)

Bartomeus, I., Potts, S.G., Steffan-Dewenter, I., Vaissière, B.E., Woyciechowski, M., Kremen, K.M., Tscheulin, T., Roberts, S.P.M., Szentgyörgyi, H., Westphal, C., Bommarco, R. (2014). Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. - *PeerJ. /Traveset. A*. Vol. 2:e328.

Blacquièrre, T., Guy Smagghe, G., Gestel, C., Mommaerts, V. (2012). Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. Vol. 21(4), pp. 973–992.

Bon, H., Huat, J., Parrot, L., Sinzogan, A., Martin, T., Malézieux, E., Vayssières, J.F. (2014). Pesticide risks from fruit and vegetable pest management by small farmers in sub-Saharan Africa A review *Agronomy for Sustainable Development*. Vol. 34, pp. 723-736.

- Breeze, T.D., Vaissiere, B.E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., Kozak, L., Potts, S.G.** (2014). Agricultural policies exacerbate honeybee pollination service supply-demand mismatches across europe. *PloS One*. Vol. 9(1), e82996.
- Brodschneider, R., Crailsheim, K.** (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. Vol. 41, pp. 278-294.
- Butt, T.M., Goettel, M.S.** (2000). Bioassays of Entomogenous fungi. In: Navon A, Ascher KRS (eds) Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes. CABI Publishing, New York, pp 141–191.
- Carreck, N.L.** (2008). Pesticides and honey bees. *Br. Beekeep. Assoc. News*. Vol. 173, pp. 3-4.
- Carruthers, J.M., Cook, S.M., Wright, G.A., Osborne, J.L., Clark, S.J., Swain, J.L., Haughton, A.J.** (2017). Oilseed rape (*Brassica napus*) as a resource for farmland insect pollinators: quantifying floral traits in conventional varieties and breeding systems. *GCB Bioenerg*. Vol. 9, pp. 1370–1379.
- Charnley, A., Collins, S.A.** (2007). Entomopathogenic fungi and their role in pest control. Berlin - Environmental and Microbial Relationships. / KubicekIrina, C.P., Druzhininapp, S. Pp. 159-187.
- Chow, L.** (2018). EU Approves Ban on 'Bee-Killing' Neonicotinoids. *EcoWatch*. [online] <https://www.ecowatch.com/bees-neonicotinoids-ban-europe-2563782231.html> (16.05.2018)
- Corbet, S.A., Fussell, M., Ake, R., Fraser, A., Gunson, C., Savage, A., Smith, K.** (1993). „Temperature and pollinating activity of social bees,“ *Ecological Entomology*. no. 18, pp. 17–30. (07.05.2018)
- Crampton, L.** (2017). Biological vs. Chemical Pest Control: Benefits and Disadvantages. [online] <https://owlcation.com/agriculture/Biological-vs-Chemical-Pest-Control> (22.03.2018)
- Darko, G., Tabi, J.A., Adjaloo, M.K., Borquaye, L.S.** (2017). Pesticide Residues in Honey from the Major Honey Producing Forest Belts in Ghana - *Journal of Environmental and Public Health* Volume 2017, Article ID 7957431, pp. 6.
- Davidson, G., Phelps, K., Sunderland, K.D., Pell, J.K., Ball, B.V., Shaw, K.W., Chandler, D.** (2003). Study of temperature growth interactions of entomo-pathogenic fungi with potential for control of *Varroa destructor* (Acari: Mesostigmata) using a nonlinear model of poikilotherm development. *Jour-nal of Applied Microbiology*. Vol. 94, pp. 816-825.
- Delaplane, K., Mayer, D.** (2005). *Crop Pollination by Bees*. USA: CABI Publishing. 343 lk.

Dennis, B., Kemp, W.P. (2016). How hives collapse: allee effects, ecological resilience, and the honey bee. Published: February 24, 2016. [online] <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150055> (16.05.2018)

DeSavigny, C.B., Ivy, E.E. (1974). Microencapsulated Pesticides - Microencapsulation. / Vandegaer, J.E. Springer, Boston, MA. pp 89-94.

Dively, G. P., Embrey, M. S., Kamel, A., Hawthorne, D. J., Pettis, J. S. (2015). Assessment of chronic sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony health. PloS One. Vol 10(3), e0118748. [online] <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118748> (03.05.2018)

Dolezal, A., Toth, A. (2018). Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. Vol. 26, pp. 1–6.

Dutka, A., McNulty, A., Williamson, S.M. (2015). A new threat to bees? Entomopathogenic nematodes used in biological pest control cause rapid mortality in *Bombus terrestris* - PeerJ. /Traveset. A. Vol. 3: e1413.

Eesti Taimekasvatuse Instituut. (2016). Suvirapsi ja suvirüpsi integreeritud taimekaitse: Jõgeva, lk 1-20. [online] [http://www.etki.ee/images/pdf/Integreeritud/SUVIRAPSI_JA_SUVIRYPSI_INTEGREERITUD_TAI MEKAITSE.pdf](http://www.etki.ee/images/pdf/Integreeritud/SUVIRAPSI_JA_SUVIRYPSI_INTEGREERITUD_TAI_MEKAITSE.pdf) (11.05.2018)

Ekesi, S., Maniania, N.K, Ampong-Nyarko, K. (1999). Effect of temperature on germination, radial growth and virulence of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria Bassiana* on *Megalurothrips sjostedti*. Biocontrol Science and Technology. Vol. 9, pp. 177-185.

Ellis, J.D., Klopchin, J., Buss, E.A., Fishel, F.M., Kern, W.H.J., Mannion, C.M., Webb, S.E. (2014). Minimizing honey bee exposure to pesticides. [online] <http://edis.ifas.ufl.edu/in1027> (26.04.2018)

Faria, M.R., Wraight, S.P. (2007). Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. Biological Control 43: 237–256.

Filipova, M., Zheleva, I., Sulejmenova, N., Abildaev, E. (2017). An Analysis of Growth Factors of Rapeseed at Modern Resource-saving Technology. [online] <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5007360> (11.05.2018)

Fischer, R.A., Byerlee, D., Edmeades, G.O. (2014). Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world? ACIAR Monogr. 158. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

França, S.M., Breda, M.O., Barbosa, D.R.S., Araujo, A.M.N., Guedes, C.A. (2015). The Sublethal Effects of Insecticides in Insects - Biological Control of Pest and Vector Insects. / Shields, V.D.C. IntechOpen. Pp. 24-39.

Free, J.B., P.M., Nuttall. (1968). The pollination of oilseed rape (*Brassica napus*) and the behaviour of bees on the crop. Journal of Agricultural Science. Vol. 71, pp. 91-94.

Furlan, L., Kreutzweiser, D. (2015). Alternatives to neonicotinoid insecticides for pest control: case studies in agriculture and forestry. Environmental Science and Pollution Research. Vol. 22, pp. 135–147.

Goettel, M.S., Poprawski, T.J., Vandenberg, J.D., Li, Z., Roberts, D.W. (1990). Safety to nontarget invertebrates of fungal biocontrol agents. M. Laird, L.A. Lacey, E.W. Davidson (Eds.), Safety of Microbial Insecticides, CRC Press, Boca Raton, FL (1990), pp. 209-229.

Halifman, J. (1978). Kimalased. Tallinn. Valgus: 125 lk.

Happe, A.K., Riesch, F., Rösch, V., Gallé, R., Tschardtke, T., Batáry, P. (2018). Small-scale agricultural landscapes and organic management support wild bee communities of cereal field boundaries. Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 254, pp. 92-98.

Hearda, M., Baasa, J., Dorneb, J.L., Lahive, E., Robinson, A., Rortais, A., Spurgeon, D., Svendsen, C., Hesketh, H. (2017). Comparative toxicity of pesticides and environmental contaminants in bees: Are honey bees a useful proxy for wild bee species?- Science of The Total Environment. Vol. 578, pp. 357-365.

Henry, M., Béguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J.F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S., Decourtye, A. (2012). A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. Science. Vol. 336, pp. 348–350.

Herbert, L.T., Vázquez, D.E., Arenas, A., Farina, W.M. (2014). Effects of field-realistic doses of glyphosate on honeybee appetitive behaviour. Vol. 217(Pt 19), pp. 3457-64.

- Hokkanen, H.M.T., Zeng, Q.Q., Menzler-Hokkanen, I.** (2003). Assessing the impacts of *Metarhizium* and *Beauveria* on bumblebees, pp 63–72. In H.M.T. Hokkanen and A.E. Hajek (eds.), *Environmental Impacts of Microbial Insecticides*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Hywel-Jones, N.L., Gillespie, A.T.** (1990). Effect of temperature on spore germination in *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*: *Mycological Research*. Vol. 94, (3), pp. 389-392.
- Imoulana, A., Hussaina, M., Kirka, P.M., Mezianee, A.E., Yao, Y.** (2017). Entomopathogenic fungus *Beauveria*: Host specificity, ecology and significance of morpho-molecular characterization in accurate taxonomic classification. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. Pp. 1204-1212.
- Javaid, I., Joshi, J.M.** (2010). *Trap Cropping in Insect Pest Management*. Pages 117-136.
- Kaarli, K.** (2003). Õlikultuuride kasvatataja käsiraamat. Saku: 82 lk.
- Kaarli, K.** (2004). Õlikultuuride kasvatataja käsiraamat. Eesti Maaviljeluse instituut. 132 lk.
- Kannan, S., Kamala-Murugan, K., Kumar, A., Naresh-Ramasubramanian, N., Mathiyazhagan, P.** (2008). Adulticidal effect of fungal pathogen, *Metarhizium anisopliae* on malarial vector *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *African Journal of Biotechnology*, Vol. 7 (6), pp. 838-841.
- Kapongo, J.P., Shipp, L., Kevan, P., Sutton, J.C.** (2008). Co-vectoring of *Beauveria bassiana* and *Clonostachys rosea* by bumble bees (*Bombus impatiens*) for control of insect pests and suppression of grey mould in greenhouse tomato and sweet pepper. *Biological control*, Vol. 46, pp. 508-514.
- Karise, R., Muljar, R., Smagghe, G., Kaart, T., Kuusik, A., Dreyersdorff, G., Williams, I.H., Mänd, M.** (2016). Sublethal effects of kaolin and the biopesticides Prestop-Mix and BotaniGard on metabolic rate, water loss and longevity in bumble bees (*Bombus terrestris*). *Journal of Pest Science*. ISSN 1612-4758, Vol.89, Nr. 1.
- Karise, R., Viik, E., Mand, M.** (2007). Impact of alpha-cypermethrin on honey bees foraging on spring oilseed rape (*Brassica napus*) flowers in field conditions. *Pest Management Science*. 63:1085–1089.
- Kearns, C.A., Inouye, D.W., Waser, N.M.** (1998). Endangered mutualisms: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. Vol. 29, pp. 83–112.

- Kevan, P.G., Al-mazra'awi, M.S., Sutton, J.C., Tam, L., Boland, G., Broadbent, B., Thomson, S.V., Brewer, G.J.** (2003). Using pollinators to deliver biological control agents against crop pests. In: Downer, R.A., Mueninghoff, J.C., Volgas, G.C. (Eds.), *Pesticide Formulations and Delivery Systems: Meeting the Challenges of the Current Crop Protection Industry*. American Society for Testing and Materials International, West Conshohocken, PA. ASTM STP 1430.
- Kleczkowski, A., Ellis, C., Hanley, N., Goulson, D.** (2017). Pesticides and bees: Ecological-economic modelling of bee populations on farmland. *Ecological Modelling* Vol. 360, pp. 53-62.
- Kuske, S., Schweizer, C., Kölliker, U.** (2011). Mikrobielle Rapsglanzkäferbekämpfung: Erste Erfahrungen aus der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz*. Vol. 2, pp. 454–461.
- Luik, A., Mikk, M., Vetemaa, A.** (2008). Mahepõllumajanduse alused. AS Folger Art, EV Põllumajandusministeerium, lk. 174.
- Luik, A., Veromann, E., Merivee, E.** (2007). Looduslik taimekaitse. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut: Eesti Loodusfoto. 30 lk.
- Meikle, W.G., Mercadier, G., Holst, N., Girod, V.** (2008). Impact of two treatments of a formulation of *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes) conidia on *Varroa* mites (Acari: Varroidae) and on honeybee (Hymenoptera: Apidae) colony health. Vol. 46, pp. 105.
- Meikle, W.G., Mercadier, G., Holst, N., Nansen, C., Girod, V.** (2007). Duration and spread of an entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes), used to treat varroa mites, *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), in honey bee hives (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*. Vol. 100 (1), pp. 1- 10.
- Mullin, C.A., Frazier, M., Frazier, J.L., Ashcraft, S., Simonds, R.** (2010). High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health,” *PLoS ONE* 5(3): e9754. [online] <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009754> (04.04.2018)
- Mussen, E., Brandi, G.** (2010). Relationships of Honey Bees and Pesticides. Pp. 2. [online] <http://entomology.ucdavis.edu/files/147612.pdf> (07.05.2018)
- Patendiamet.** (1965). Eesti kehtiva euroopa patendi patendikirjelduse tõlge. Kehtiva Euroopa Patent (EE-EP 1965 638 B1 ed.). Eesti Vabariik. [online] <http://www.epa.ee/et/andmebaasid/leiutiste-andmebaasid> (15.05.2018)

Pihlik, P. (2010). Mesila majandamine. [online]
http://mesindus.ee/files/mesilaspere_kooseis_polvnemine_ja_rassid.pdf (22.02.2018)

Pisa, L. W., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Downs, C. A., Goulson, D., Wiemers, M. (2015). Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates - Environmental Science and Pollution Research International. Vol 22(1), 68-102.

PM03: PÖLLUKULTUURIDE KASVUPIND *Eesti Statistikaameti andmebaas* [online]
<http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/statfile2.asp> (05.04.2018)

Põllumajandusamet. Taimekaitsevahendite register. (2017). [online]
<http://www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=132&sub2=242> (16.05.2018)

Põllumajandusministeerium. Põllumajandussektori 2011 aasta ülevaade. (2012). Põllumajandusturu korraldamise osakond. [online]
https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/POLLUMAJANDUS_JA_TT/pollumajandussektor_ylevaade_2011.pdf (05.04.2018)

Põllumajandusministeerium. Põllumajandussektori 2016 aasta ülevaade. (2017). Põllumajandusturu korraldamise osakond. [online]
<https://www.agri.ee/sites/default/files/content/ylevaated/2016/ulevaade-pollumajandussektor-2016-04.pdf> (05.04.2018)

Potrich, M., Silva, R.T.L., Maia, F.M.C., Lozano, E.R., Rossi, R.M., Colombo, F.C., Tedesco, F.G., Gouvea, A. (2018). Effect of entomopathogens on Africanized *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). Revista Brasileira de Entomologia. Vol. 62 (1), pp. 23-28.

Potts, S.G., Roberts, S.P., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A., Jones, R., Neumann, P., Settele, J. (2010). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. Journal of Apicultural Research. Vol. 49 (1), pp. 15-22.

Pull, C., Ugelvig, L., Wiesenhofer, F., Grasse A., Tragust, S., Schmitt, T., Brown, M., Cremer, S. (2018). Destructive disinfection of infected brood prevents systemic disease spread in ant colonies - Evolutionary Biology. Vol. 7, pp. 29.

Riigi ilmateenistus. (2018). [online] <https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kuukokkuvotted> (02.05.2018)

Riis, J. (2014). Mesinduse oskussõnastik. Eesti Mesinike Liit: Tallinn. Lk 49. [online] file:///C:/Users/User/Downloads/mesinduse_oskussonastik_2014_veebi.pdf (04.04.2018)

Riis, M. (2013). Mesiniku aabits. Tallinn: Print Best: 175 lk.

Riis, M., Karise, R. (2015). Mesilaste korjetaimed ja taimede tolmeldamine mesilaste abil. Tallinn: Eesti Mesinike Liit. 103 lk.

Sabbahi, R., Oliveira, D., Marceau, J. (2005). Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) density on the production of canola (Crucifera: Brassicaceae). *Journal of Economic Entomology*. Vol. 98 (2), pp. 367-372.

Sánchez-Bayo, F., Goulson, D., Pennacchio, F., Nazzi, F., Goka, K., Desneux, N. (2016). Are bee diseases linked to pesticides? — A brief review. *Environment International*. Vol. 89–90, pp. 7-11.

Shelton, A.M., Badenes-Perez, F.R. (2006). Concepts and Applications of Trap Cropping in Pest Management - *Annual Review of Entomology*. Vol. 51, pp. 285–308.

Sol Balbuena, M., Tison, L., Hahn, M.L., Greggers, U., Menzel, R., Farina, WM. (2015). Effects of sub-lethal doses of glyphosate on honeybee navigation. *Journal of Experimental Biology*. Vol. 218, pp. 2799-2805.

Sola, P., Mvumi, B.M., Ogendo, J.O., Mponda, O., Kamanula, J.F., Nyirenda, S.P., Belmain, S.R., Stevenson, P.C. (2014). Botanical pesticide production, trade and regulatory mechanisms in sub-Saharan Africa: making a case for plant-based pesticidal products. *Food Security*. Vol. 6, pp. 369-384.

Soni, J., Thakur, M. (2015). Effect of Biopathogens on Honey Bees. Pp. 90. [online] https://www.researchgate.net/publication/277005225_Effect_of_biopathogens_on_honeybees (05.04.2018)

Stanek, A. (2004). The accession countries benefit in the field of plant protection products. - *Toxicology Letters*. Vol. 149, pp. 429-432.

Stefanovic, B., Kostic, M., Bacher, M., Rosenau, T., Potthast, A. (2014). Vegetable oils in textile finishing applications: the action mode of wrinkle reduction sprays and means for analyzing their performance. *Textile Research Journal*. Vol. 84(5), pp. 449–460.

Swanson J.A.I., Torto B., Kells S.A., Mesce K.A., Tumlinson J.H., Spivak M. (2009). Odorants that induce hygienic behaviour in honeybees: Identification of volatile compounds in chalkbrood-infected honeybee larvae. *Journal of Chemical Ecology*. Vol. 35, pp. 1108–1116.

Thacker, J.R.M. (2002). *An Introduction to Arthropod Pest Control*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. van Dam NM, Harvey JA, Wäckers FL, Bezemer TM, van der Putten WH, Vet LM, 2003. Interactions between aboveground and belowground induced responses against phytophages. *Basic and Applied Ecology*. Vol. 4, pp. 63–77.

Thompson, H.M. (2003). „Behavioural effects of pesticides in bees – their potential for risk use in risk assessment,” *Ecotoxicology*, no. 12, pp. 317-330.

Usta, C. (2013). *Microorganisms in Biological Pest Control — A Review (Bacterial Toxin Application and Effect of Environmental Factors)*. - *Current Progress in Biological Research* / Silva-Opps, M. IntechOpen, pp. 288 – 317.

Valdovinos-Flores, C., Alcantar-Rosales, V.M., Gaspar-Ramírez, O., Saldaña-Loza, L., Dorantes-Ugalde, J.A. (2017). Agricultural pesticide residues in honey and wax combs from Southeastern, Central and Northeastern Mexico. Pp. 667-679.

Vandenber, J.D. (1990). Safety of four entomopathogenic fungi for caged adult honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, Vol. 83, pp. 755-759.

Vega, F.E., Goettel, M.S., Blackwell, M., Chandler, D., Jackson, M.A., Keller, S., Koike, M., Maniania, N.K., Monzo'n, A., Ownley, B.H., Pell, J., Rangel, D.E.N., Roy, H.E. (2009). Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. *Fungal ecology*. Vol. 2, pp. 149–159.

Viik, E., Mänd, M., Karise, R., Lääniste, P., Williams, I.H., Luik, A. (2012). The impact of foliar fertilization on the number of bees (Apoidea) on spring oilseed rape - *Žemdirbystė=Agriculture*. Vol. 99, pp. 41–46.

Viil, P., Tamm, K., Plakk, T., Koik, E., Vettik, R., Võsa, T., Siim, J. (2010). *Raps teaduses ja päevaprobleemides*. Saku: AS REBELLIS. 87 lk.

Whitehorn, P.R., O'Connor, S., Wackers, F.L., Goulson, D. (2012). Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science*. Vol. 336, pp. 351–352.

Williams, I.H. (1994). The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. *Agricultural Zoology*. Vol. 6, pp. 229–257.

Woodcock, B.A., Edwards, M., Redhead, J., Meek, W.R., Nuttall, P., Falk, S., Nowakowski, M., Pywell, R.F. (2013). Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and 63 solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 171, pp. 1–8.

Yanagawaa, A., Chabaudb, M., Imaia, T., Marion-Pollc, F. (2018). Olfactory cues play a significant role in removing fungus from the body surface of *Drosophila melanogaster*. *Journal of Invertebrate Pathology*. Vol. 151, pp. 144-150.

Zhang, F., Sun, X.X., Zhang, C.X., Zhang, S., Lu, J., Xia, M.Y., Huang, H.Y., Wang, X.J. (2017). The interactions between gut microbiota and entomopathogenic fungi: a potential approach for biological control of *Blattella germanica* (L.) *Pest Management Science*. Vol. 74, pp. 438–447.

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Maria Helen Timmi

(sünnipäev pp/kuu/aa) 08.03.1995

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Entomopatogeense insektitsiidi mõju meemesilastele *Apis mellifera* L.

mille juhendaja on Reet Karise ,PhD., Marika Mänd, Prof.

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

allkiri

Tartu, 21/05/2018

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)